

(excerpt translation)

Japanese Pat. Appl. Laid-Open (kokai) No.: HEI 11-293709

Laid-Open (kokai) Date: October 26, 1999

Title of the Invention: AUTOMATIC OPERATING SHOVEL

Application No.: HEI 10-104869

Application Date: April 15, 1998

Applicant: Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.

Inventor(s): Yoshiyuki NAGANO, Toru KURENUMA, and

Kazuhiro SUGAWARA

Int. Cl.<sup>6</sup> E02F 9/20

E02F 9/22

From page 3, left column, line 27 to page 5, right column, line 25:

[0013]

[Preferred Embodiment(s)]

Referring now to FIG. 1 through FIG. 5, one preferred embodiment of the present invention will be described hereinbelow.

[0014]

FIG. 2 shows an automatic operating shovel of the present embodiment. It also illustrates how the shovel works at a construction site.

[0015]

In FIG. 2, automatic operating shovel (vehicle) 1 spoons out dirt (stones and rocks) piled in stock yard 2, and dumped

it on crusher 3, which then crushes the dumped stones and rocks into smaller pieces. The reference number 4 designates an operation box located at an arbitrary place from where a reproduction operation by automatic operating shovel 1 can be conveniently controlled. Automatic operating shovel 1 has: track 10; rotative body 11 rotatably mounted on track 10; boom 12 rotatably mounted on rotative body 11; arm 13 rotatably mounted on the tip of boom 12; bucket 14 rotatably mounted on the tip of arm 13; cylinders 15, 16, and 17 for rotating boom 12, arm 13, and bucket 14, respectively; operator's cab 18 equipped to rotative body 11; and antenna 19 for transmitting/receiving signals to/from operation box 4.

[0017]

Automatic operating shovel 1 further includes: angle sensor 111 for detecting the angle of rotation of rotative body 11; angle sensor 112 for detecting the turning angle of boom 12 with respect to rotative body 11; and angle sensor 113 for detecting the turning angle of arm 13 with respect to boom 12; and angle sensor 114 for detecting the turning angle of bucket 14 with respect to arm 13.

[0018]

Crusher 3 has track 30, hopper 31, stone crusher unit 32, and conveyer 33. The reference number 34 designates crushed stones and rocks which have been crushed by crusher 3.

[0019]

Operation box 4 is made of supporting stand 40 and instruction reproduction device 41. Instruction reproduction

device 41 includes: reproduction start button 431; reproduction stop button 432; dumping-angle setting button 433; button 434 for setting the number of times dumping is to be performed; instruction controller unit 42 for use in making instructions which is adapted to be mechanically and electrically connected with instruction reproduction device 41; display 421 for showing the results of instructions and others; and antenna 44 for transmitting/receiving signals to/from antenna 19 of automatic operating shovel 1.

[0020]

FIG. 1 is a block diagram schematically showing a structure of on-board device 5 installed in automatic operating shovel 1 and a structure of instruction reproduction device 41 equipped to operation box 4. Like reference numbers designate similar parts or elements both in FIG. 1 and FIG. 2.

[0021]

In FIG. 1, the reference number 43 designates a reproduction controller unit. The reference number 45 designates a command generating unit which generates a signal for sending out a signal, outputted from instruction controller unit 42 or reproduction controller unit 43, to automatic operation controller 50 (will be described later). The reference numbers 46 and 58 designate radio communication devices for transmitting/receiving signals therebetween, thereby realizing radio communication between instruction reproduction device 41 and automatic operation controller 50. Upon receipt of an input signal, command generating unit 45, which is a commonly

used controller employing a microcomputer, generates an instruction code corresponding to the input signal. Although not shown in FIG. 1, instruction controller unit 42 is provided also in operator's cab 18, thus enabling an operator to make instructions from operator's cab 18.

[0022]

Reproduction start button 431 of reproduction controller unit 43 is for use in activating a reproduction operation; reproduction stop button 432 is for use in terminating the reproduction operation; dumping duration setting button 433 is for use in setting a time period during which the dumping of the shoveled dirt should be continued; dumping speed setting button 434 is for use in setting the speed of dumping, that is, in setting the speeds of bucket-dumping, arm-dumping, and boom-raising.

[0023]

The reference number 5 designates a on-board device installed in automatic operating shovel 1. The reference number 50 designates an automatic operation controller for executing various controls required in the automatic operating shovel. Most part of automatic operation controller 50 is realized by a computer. The reference number 63 designates a proportional electromagnetic valve which is actuated by a driving current output from automatic operation controller 50. The reference number 64 designates a control valve for controlling the amount or the pressure of the oil flowing into an actuator, which control valve 64 is under control of an oil pressure signal output from

proportional electromagnetic valve 63. The reference number 65 designates an actuator for actuating cylinders, 15, 16, and 17, which move the joints of automatic operating shovel 1.  
[0024]

Further, automatic operation controller 50 includes instruction position data storage section 51, reproduction command storage section 52, command interpreter section 53, instruction position output section 54, pre-servo processor section 55, servo controller section 56, current position calculation unit 57, radio communication device 58, command receiving section 59, reproduction-starting/stopping section 60, and instruction processing section 61. Instruction position data storage section 51 stores instruction position data that is set according to an instruction received from instruction controller unit 42. Reproduction command storage section 52 stores commands, which are set according to an instruction received from instruction controller unit 42, for executing varying operations during reproduction operations. Command interpreter section 53, when activated by a reproduction activating signal received from reproduction controller unit 43, interprets reproduction commands, stored in reproduction command storage section 52, one by one, and instructs instruction position data storage section 51 to output the instruction position data. In response to the instruction of command interpreter section 53, instruction position output section 54 outputs the instruction position data from instruction position data storage section 51. For a smooth operation of automatic

operation shovel 1 between two pieces of instruction position data, pre-servo processor section 55 produces and outputs interpolatory instruction position data, based on the instruction position data output from instruction position output section 54, that is, an interpolation calculation between a given starting point (one instruction position) and a given endpoint (the next instruction position) is carried out at certain time intervals to create a time series of data, which is then sequentially output to servo controller section 56 as a target angle value. Servo controller section 56 compares the instruction position data, which has been output and interpolated by pre-servo processor section 55, with current position data which is output from current position calculation unit 57, and outputs a driving current for controlling each joint of automatic operating shovel 1 into a predetermined position. Current position calculation unit 57 calculates current position data from angle signals detected by angle sensors 111 through 114. Radio communication device 58 receives signals from operation box 4. Command receiving section 59 outputs the command, which has been received by radio communication device 58, to instruction processing section 61 during an instruction mode (i.e., while the teaching of an operation is being performed) or to reproduction-starting/stopping section 60 during a reproduction operation mode (i.e., while automatic operation shovel 1 is reproducing an operation having been taught). Reproduction-starting/stopping section 60 executes input processing on a command which has been transferred from

reproduction controller unit 43, and outputs a command to start reproduction or a command to stop reproduction to command interpreter section 53. During the instruction mode, in response to an instruction received from instruction controller unit 42, instruction processing section 61 creates instruction position data, and sets variables which will be referred to in reproduction commands, and stores those data and variables in instruction position data storage section 51 and reproduction command storage section 52, respectively.

[0025]

Each of FIG. 3(a) and FIG. 3(b) shows an example of a string of reproduction commands stored in reproduction command storage section 52.

[0026]

In these FIG. 3(a) and FIG. 3(b), "L1" represents a line level, not a command line.

[0027]

"V" is a command to specify the speed of traveling. The greater the value  $V$ , the greater the traveling speed. For example, if the instruction position  $P_5$  is set for the dumping position, as shown in FIG. 3(a), the instruction position data  $P_5$  is input to pre-servo processor section 55 after the outputting of the previous instruction position data  $P_4$ . Interpolation calculations of the angles of the joints are then performed in such way that each joint moves according to the velocity command  $V$ , which has been set in the object reproduction command by command interpreter section 53, and the resulting target angle value

is output to servo controller section 56. With this structure, if a low value is set for the velocity command  $V$ , boom 12, arm 13, and bucket 14 move at a low speed between the instruction position  $P_4$  and the instruction position  $P_5$ , which is the endpoint of dumping.

[0028]

At that time, it is possible to set an arbitrary value for the velocity command  $V$  both in the instruction mode and the reproduction operation mode, using dumping speed setting button 434 provided on operation box 4 (see FIG. 1).

[0029]

"MOVE" commands traveling to a specified instruction position. " $P_1$ " through " $P_n$ " are labels indicating angle information of each joint for the MOVE command. For example, "MOVE  $P_1$ " commands traveling to the position No.  $P_1$  (see FIG. 4) among the pieces of instruction position data stored in instruction position data storage section 51.

[0030]

"WAIT" commands waiting for a predetermined time period. After the instruction position data  $P_5$  is output from pre-servo processor section 55 to servo controller section 56, the output information is transmitted to command interpreter section 53. When the "WAIT" command is set, command interpreter section 53 then outputs the time period that is specified in the WAIT command to a timer (not shown). With elapse of the predetermined time period, the timer outputs a completion notification to command interpreter section 53. Upon receipt of the completion



notification, command interpreter section 53 instructs instruction position output section 54 to output the next instruction position. Instruction position output section 54 then outputs the instruction position  $P_6$  to pre-servo processor section 55, and outputs target position data, which is obtained by interpolating the instruction position data  $P_5$  and the instruction position data  $P_6$ , from pre-servo processor section 55 to servo controller section 56, so that the automatic operating shovel is servo-controlled to travel to the instruction position  $P_6$ . For example, provided the instruction position  $P_5$  is the midpoint or the endpoint of dumping, as shown in FIG. 3(b), with the WAIT command provided, it is possible for pre-servo processor section 55 to keep outputting the target position data  $P_5$  as the instruction position data  $P_5$  during the predetermined time period set in the WAIT command, so that the automatic operating shovel can stay at the dumping position ( $P_5$ ) for the predetermined time period.

[0031]

Here, it is also possible to set an arbitrary value for the WAIT command both in the instruction mode and the reproduction operation mode, using dumping duration setting button 433 provided on operation box 4 (see FIG. 1).

[0032]

"GOTO L1" commands restarting the operation from the line label L1.

[0033]

FIG. 4 shows an example of instruction position data stored

in instruction position data storage section 51.

[0034]

In FIG. 4, " $P_1$ " through " $P_n$ " are associated with not only instruction positions but also the above-described labels  $P_1$  through  $P_n$ . Each instruction position is predetermined in terms of the values of a rotating angle, a boom angle, an arm angle, and a bucket angle.

[0035]

Here will be made a description of the above-mentioned interpolation carried out by pre-servo processor section 55.

[0036]

In the beginning, pre-servo processor section 55 obtains and holds the current position data  $A$  via angle sensors 111 through 114, current position calculation unit 57, and servo controller section 56. The instruction position data  $B$ , which is the target position, is then read in from instruction position output section 54. Here, for example, one tenth of the difference  $C$  between the current position data  $A$  and the instruction position data  $B$  is calculated, and the current position data  $A$  plus the difference  $C/10$  is output to servo controller section 56, thereby executing servo controlling. Pre-servo processor section 55 outputs the current position data  $A$  plus the difference  $2C/10$  to servo controller section 56, thereby executing servo controlling. The similar processing is repeated until the current position data  $A$  plus the difference  $C$  (=instruction position data  $B$ ) is output to servo controller section 56, thus completing the interpolation processing for the instruction

position data *B*. Every time a piece of instruction position data is output, the interpolation processing is performed in the similar way.

[0037]

Referring now to FIG. 1 through FIG. 4, an operation of an automatic operating shovel of the present embodiment will be described hereinbelow.

[0038]

Referring now to FIG. 1, when an instruction operation is made through instruction controller unit 42 of operation box 4 or that (not shown) equipped in operator's cab 18, the instruction is input in instruction processing section 61. The current position data is also input from current position calculation unit 57 to instruction processing section 61. On the basis of these instruction and current position data, instruction processing section 61 determines variables which is to be referred to in reproduction commands (see FIG. 3), and creates such instruction position data as in FIG. 4. The variables to be referred to in the reproduction commands and the instruction position data are stored in reproduction command storage section 52 and instruction position data storage section 51, respectively.

[0039]

A reproduction operation is activated by switching on reproduction start button 431. The signal is received by automatic operation controller 50. Upon receipt of the start command, command interpreter section 60 [*sic*] sequentially reads

out reproduction commands stored in reproduction command storage section 52. If the read out reproduction command is a "MOVE" statement, a corresponding parameter is output from instruction position data storage section 51 to instruction position output section 54, and the parameter is then transferred therefrom to pre-servo processor section 55.

[0040]

Pre-servo processor section 55 interpolates each joint angle in such a way that the individual joints move according to the speed assigned in the reproduction command, which has been read out by command interpreter section 53, and the resulting target angle is output to servo controller section 56. On the basis of the current position data, which has been calculated by current position calculation unit 57, and the target angle, which has been output from pre-servo processor section 55, servo controller section 56 carries out a common type of feedback control, and outputs a drive current for activating proportional electromagnetic valve 63, thereby controlling control valve 64 to supply a predetermined level of hydraulic pressure for activating the joints of the automatic operating shovel.

[0041]

In order to completely empty the dirt out of the bucket at the dumping endpoint (for example, instruction position  $P_5$ ), the following methods can be performed. As shown in the example of the reproduction commands in FIG. 3(a), one of the methods --method 1-- is to reduce the movement of bucket 14, arm 13, and bucket [sic] 12 in velocity (V) in a range from the instruction

position  $P_4$ , the point immediately before the dumping position, to the instruction position ( $P_5$ ), the dumping endpoint. Another method --method 2-- is to use a "WAIT" command, as shown in the example of the reproduction commands in FIG. 3(b), thereby permitting pre-servo processor section 55 to keep outputting the target position data  $P_5$  as the dumping endpoint data  $P_5$  during a time period set in the WAIT command, so that the dumping endpoint  $P_5$  can be maintained for the predetermined time duration. Further, if  $P_5$  serves as a dumping middle point, and also if  $P_6$  serves a dumping endpoint, an intermediate dumping position can be maintained for a predetermined time duration.

[0042]

It is sometimes required, while reproducing an instructed operation, to adjust the velocity with which bucket 14 and arm 13 dumps, and with which boom 12 is raised, due to such reasons as that the property of the dirt is changed or that weather conditions are changed. In such a case, following the above method 1, it is possible to arbitrarily change the value of the velocity command  $V$  in the reproduction commands by using dumping speed setting button 434 prepared on operation box 4. The operation signal is transferred to reproduction command storage section 52 via command generating unit 45, radio communication devices 46 and 58, and command receiving section 59, so that the value of the velocity command  $V$  in the reproduction commands can be arbitrarily varied. Following the above method 2, as in the above method 1, it is also possible to arbitrarily change the value of the WAIT command in the reproduction commands stored

storage section 52 by using dumping duration setting button 433  
prepared on operation box 4.



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11293709 A**

(43) Date of publication of application: 26 . 10 . 99

(51) Int. Cl

E02F 9/20  
E02F 9/22

(21) Application number: **10104869**

(22) Date of filing: 15 . 04 . 98

(71) Applicant: **HITACHI CONSTR MACH CO LTD**

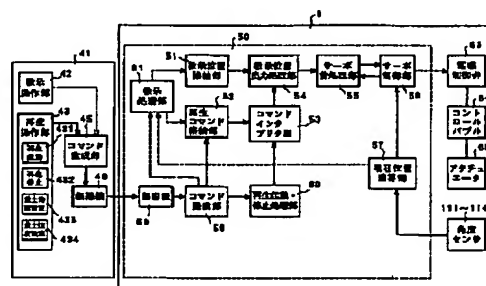
(72) Inventor: **NAGANO YOSHIYUKI**  
**KURENUMA TORU**  
**SUGAWARA KAZUHIRO**

(54) AUTOMATIC OPERATING SHOVEL

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an automatic operating shovel capable of holding an earth moving posture in regenerating operation or easily setting speeds of bucket dump, arm dump and boom-rising in earth removing operation.

**SOLUTION:** An automatic operating shovel is so constituted that instructing positions to be instructed and stored are successively read out to repeat a circuit of operation from the excavation with a hydraulic shovel to earth moving. Then, in the case of restoration, in an earth moving position of the hydraulic shovel, posture holding devices 52 and 53 are provided during the specific time, or in the case of earth moving with the hydraulic shovel, speed controllers 52 and 53 for executing bucket dump, arm dump and boom-rising of the hydraulic shovel at a specific speed are provided.



COPYRIGHT: (C)1999,JPO





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 教示して記憶された教示位置を順次読み出して油圧ショベルの掘削から放土までの一巡する動作を繰り返す自動運転ショベルにおいて、再生動作時に、前記油圧ショベルの放土位置において、所定時間の間、前記油圧ショベルの放土姿勢を保持する姿勢保持手段を設けたことを特徴とする自動運転ショベル。

【請求項2】 請求項1の記載において、前記自動運転ショベルまたは前記自動運転ショベルから離れた位置に操作手段を設け、前記姿勢保持手段は、前記再生動作時において、前記操作手段からの操作により、前記所定時間が設定可能に構成されていることを特徴とする自動運転ショベル。

【請求項3】 教示して記憶された教示位置を順次読み出して油圧ショベルの掘削から放土までの一巡する動作を繰り返す自動運転ショベルにおいて、再生動作時に、前記油圧ショベルの放土時において、所定速度で、前記油圧ショベルのバケットダンプ、アームダンプ、ブーム上げを行う速度制御手段を設けたことを特徴とする自動運転ショベル。

【請求項4】 請求項3の記載において、前記自動運転ショベルまたは前記自動運転ショベルから離れた位置に操作手段を設け、前記速度制御手段は、前記再生動作時において、前記操作手段からの操作により、前記所定速度が設定可能に構成されていることを特徴とする自動運転ショベル。

【請求項5】 教示して記憶された教示位置を順次読み出して油圧ショベルの掘削から放土までの一巡する動作を繰り返す自動運転ショベルにおいて、再生動作時に、前記油圧ショベルの放土位置において、所定時間の間、前記油圧ショベルの放土姿勢を保持する姿勢保持手段と、前記油圧ショベルの放土時において、所定速度で、前記油圧ショベルのバケットダンプ、アームダンプ、ブーム上げを行う速度制御手段と、を設けたことを特徴とする自動運転ショベル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動運転ショベルに係わり、特に、遠隔からの指令を受けて掘削から放土までの一連の作業を自動的に行う自動運転ショベルに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、建設機械の代表例として油圧ショベルが知られているが、近年、油圧ショベルによって掘削から放土までの一連の作業を単調に繰り返す作業の場合には、自動運転ショベルによってその作業を行わせるようになってきている。例えば、特開平9-195321号公報には、教示された動作を繰り返し再生して、油

圧ショベルに掘削から放土までの一連の作業を自動的に行わせる技術が開示されている。

【0003】通常、油圧ショベルを利用して砕石作業等を行う場合、トラック、油圧ショベル、砕石クラッシャを直列的に配置し、油圧ショベルによってトラックから放土された土砂を積み込み、回転させて砕石用クラッシャのホッパ上でバケットダンプ、アームダンプ、ブーム上げを行って放土させ、放土した土砂を砕石用クラッシャによって破碎して砕石を得、再び回転して土砂を積み込むという作業を繰り返している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、自動運転ショベルにおいても、積み込まれた土砂等を砕石用クラッシャのホッパ上で放土する場合、積み込まれた土砂がホッパ内に落ち切るように、自動運転ショベルに放土姿勢を一定時間とらせたり、バケットダンプ、アームダンプ、ブーム上げの速度を遅くする必要がある。従来この放土姿勢を一定時間保持させたり、のバケットダンプ、アームダンプ、ブーム上げの速度を遅くする処理を、掘削から放土までの一連の動作が教示された制御プログラムに記憶させていた。

【0005】しかし、放土する土砂の性質により放土姿勢の保持時間やバケットダンプ、アームダンプ、ブーム上げの速度を変更する必要がある。例えば、ある程度乾いた土砂ならば放土姿勢の保持時間が短かったり、バケットダンプ、アームダンプ、ブーム上げの速度が遅くても土砂は落ちるが、湿った土砂や粘度質の物体を放土する場合には、放土姿勢の保持時間を長くしたり、バケットダンプ、アームダンプ、ブーム上げの速度を遅くしなければならない。この放土姿勢の保持時間やバケットダンプ、アームダンプ、ブーム上げの速度の変更は、通常は教示のやり直しを必要とし、変更のための時間と負担が大きかった。

【0006】本発明の目的は、上記の問題点に鑑みて、クラッシャのホッパ等へ自動運転ショベルによって積み込まれた土砂等を放土する際、放土姿勢保持時間とバケットダンプ、アームダンプ、ブーム上げの速度を容易に設定変更することのできる自動運転ショベルを提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の課題を解決するために、次のような手段を採用した。

【0008】教示して記憶された教示位置を順次読み出して油圧ショベルの掘削から放土までの一巡する動作を繰り返す自動運転ショベルにおいて、再生動作時に、前記油圧ショベルの放土位置において、所定時間の間、前記油圧ショベルの放土姿勢を保持する姿勢保持手段を設けたことを特徴とする。

【0009】また、請求項1に記載の自動運転ショベルにおいて、前記自動運転ショベルまたは前記自動運転シ

ョベルから離れた位置に操作手段を設け、前記姿勢保持手段は、前記再生動作時において、前記操作手段からの操作により、前記所定時間が設定可能に構成されていることを特徴とする。

【0010】また、教示して記憶された教示位置を順次読み出して油圧ショベルの掘削から放土までの一巡する動作を繰り返し行う自動運転ショベルにおいて、再生動作時に、前記油圧ショベルの放土時において、所定速度で、前記油圧ショベルのバケットダンプ、アームダンプ、ブーム上げを行う速度制御手段を設けたことを特徴とする。

【0011】また、請求項3に記載の自動運転ショベルにおいて、前記自動運転ショベルまたは前記自動運転ショベルから離れた位置に操作手段を設け、前記速度制御手段は、前記再生動作時において、前記操作手段からの操作により、前記所定速度が設定可能に構成されていることを特徴とする。

【0012】また、教示して記憶された教示位置を順次読み出して油圧ショベルの掘削から放土までの一巡する動作を繰り返し行う自動運転ショベルにおいて、再生動作時に、前記油圧ショベルの放土位置において、所定時間の間、前記油圧ショベルの放土姿勢を保持する姿勢保持手段と、前記油圧ショベルの放土時において、所定速度で、前記油圧ショベルのバケットダンプ、アームダンプ、ブーム上げを行う速度制御手段と、を設けたことを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の一実施形態を図1～図5を用いて説明する。

【0014】図2は、本実施形態に関わる自動運転ショベルおよびその作業形態の一例を示す正面図である。

【0015】図において、1はストックヤード2に貯留された土石を掘削して、後述するクラッシャ3に放土する自動運転ショベル本体、3は自動運転ショベル本体1から放土された土石を砕石するクラッシャ、4は自動運転ショベル本体1の再生操作を行うのに適した任意の場所に設置された操作ボックスである。

【0016】自動運転ショベル本体1は、走行体10と、走行体10上に旋回可能に設けられた旋回体11と、旋回体11に回動可能に設けられたブーム12と、ブーム12の先端に回動可能に設けられたアーム13と、アーム13の先端に回動可能に設けられたバケット14と、ブーム12、アーム13、バケット14とをそれぞれ回動動作するためのシリンダ15、16、17と、旋回体11に設けた運転室18と、操作ボックス4との間で信号の送受信を行うアンテナ19とから構成されている。

【0017】また、自動運転ショベル本体1には、旋回体11の旋回角を検出する角度センサ111、旋回体11とブーム12との回動角を検出する角度センサ112

と、ブーム12とアーム13の回動角を検出する角度センサ113と、アーム13とバケット14との回動角を検出する角度センサ114が設けられている。

【0018】また、クラッシャ3は、走行体30と、ホッパ31と、砕石部32と、コンベア33とから構成されており、34はクラッシャ3によって砕かれた土石を示す。

【0019】また、操作ボックス4は、支持台40と、支持台40に固定された教示再生装置本体41とから構成され、教示再生装置本体41には再生起動ボタン431と、再生停止ボタン432と、振り落し角度設定ボタン433と、振り落とし回数設定ボタン434と、教示再生装置本体41と機械的かつ電氣的に接続可能に設けられ教示時に操作される教示操作部42と、教示結果等を表示する表示部421と、自動運転ショベル本体1のアンテナ19との間で、信号の送受信を行うアンテナ44とを備えている。

【0020】図1は、自動運転ショベル本体1に搭載される車載搭載装置5および操作ボックス4に設けられる教示再生装置本体41の構成の概要を示すブロック図である。なお、この図において図2に示す符号と同一符号は同一箇所を示す。

【0021】図において、43は再生時に操作される再生操作部、45は教示操作部42または再生操作部43から出力される信号を後述する自動運転コントローラ50に出力するための所定の信号を生成するコマンド生成部、46および58はそれぞれ教示再生装置41と自動運転コントローラ50間の信号を送受信するための無線装置である。なお、コマンド生成部45は、マイクロコンピュータを使用した一般的なコントローラで構成され、入力した信号に相当する指令コードを生成する機能を有する。なお、図示していないが教示操作部42は運転室18内にも設けられ、通常は、運転室18から教示操作される。

【0022】なお、再生操作部43に備えられる、再生起動ボタン431は再生動作の起動、再生停止ボタン432は再生動作の停止、放土時間設定ボタン433は放土時の放土時間の設定、および放土速度設定ボタン434は放土時の放土速度、つまりバケットダンプ、アームダンプ、ブーム上げの速度の設定を行うために設けられる。

【0023】5は車内搭載装置を示し、50は主としてコンピュータで構成され自動運転ショベルを自動運転するための各種の制御を行う自動運転コントローラ、63は自動運転コントローラ50から出力される駆動電流によって駆動される比例電磁弁、64は比例電磁弁63から出力される油圧信号により制御され、アクチュエータに流入する油量または油圧を制御するコントロールバルブ、65は自動運転ショベル本体1の各関節を作動するためのシリンダ15、16、17等のアクチュエータで

ある。

【0024】また、自動運転コントローラ50は、教示操作部42からの指令により設定された教示位置データを格納する教示位置格納部51と、教示操作部42からの指令により設定され再生動作時の各種の動作を指令するコマンドが格納される再生コマンド格納部52と、再生操作部43からの再生起動信号により起動されたとき、再生コマンド格納部52に格納されている再生コマンドを逐次解釈して、教示位置格納部51から教示位置データの出力を指示するコマンドインタプリタ部53と、コマンドインタプリタ部53からの指令に応じて教示位置格納部51からの教示位置データを出力処理する教示位置出力処理部54と、自動運転ショベル本体1が各教示位置データ間を円滑に動作するように、教示位置出力処理部54から出力された教示位置データに基づいて教示位置データ間の補間した教示位置データを作成して出力する、即ち、与えられた始点（ある教示位置）と終点（次の教示位置）間を、ある一定時間きざみで補間演算を行って時系列データを作成し、順次角度目標値としてサーボ制御部56に出力するサーボ前処理部55と、サーボ前処理部55から出力され補間された教示位置データと現在位置演算部57から出力された現在位置データとを対比して、自動運転ショベル本体1の各関節を所定の位置に制御するための駆動電流を出力するサーボ制御部56と、角度センサ111～114において検出された角度信号を現在の位置データに演算する現在位置演算部57と、操作ボックス4からの信号を受信する無線機58と、無線機58によって受信したコマンドを、教示時は教示処理部61に出力し、再生動作時は再生起動・停止処理部60または再生コマンド格納部52に出力するコマンド受信部59と、再生操作部43から伝送されるコマンドを入力処理してコマンドインタプリタ部53に再生起動コマンドまたは再生停止コマンドを出力する再生起動・停止処理部60と、教示時、教示操作部42からの指令により教示位置データの作成および再生コマンド中で参照される変数の設定を行い教示位置格納部51または再生コマンド格納部52に格納する教示処理部61と、から構成される。

【0025】図3（a）、（b）はそれぞれ、再生コマンド格納部52に格納される再生コマンドの一例を示す図である。

【0026】図において、L1はコマンドではなく行ラベルを表す。

【0027】Vは移動速度を指定するコマンドであり、数値が大きい程移動速度が高速であることを示す。例えば、図3（a）に示すように、教示位置P5が放土位置に設定されている場合、放土終了位置の前の教示位置データP4の出力後、教示位置データP5がサーボ前処理部55に入力されると、コマンドインタプリタ部53からその時の再生コマンド中に設定された速度コマンドV

に従って各関節が動作するように角度の補間演算を行い、サーボ制御部56に角度目標値を出力する。そのため、この時の速度コマンドVの数値を低く設定することにより、教示位置P4から放土終了位置である教示位置P5に至るまでに期間のブーム12、アーム13、バケット14の動作をゆっくり動作させることができる。

【0028】なお、速度コマンドVの数値は、教示時また再生動作時において、図1に示す操作ボックス4に備える放土速度設定ボタン434によって任意に設定することができる。

【0029】MOVEは指定された教示位置への移動を指令するコマンドであり、P1～PnはMOVEコマンドの各関節の角度情報を示すラベルである。例えば、MOVE P1は教示位置格納部51に格納される教示位置データのうち図4に示す位置No. P1に移動すべきことを示す。

【0030】WAITは所定時間の待機を指令するコマンドである。教示位置データP5がサーボ前処理部55からサーボ制御部56に出力後、その出力情報がコマンドインタプリタ部53に伝達され、コマンドインタプリタ部53はWAITコマンドが設定されていると、図示していないタイマにそのWAITコマンドで指定される設定時間を出力し、タイマはその設定時間経過後、完了アンサをコマンドインタプリタ部53に出力する。完了アンサが出されるとコマンドインタプリタ部53は次の教示位置を出力するように、教示位置出力処理部54に指令を出力し、教示位置出力処理部54は次の教示位置P6をサーボ前処理部55に出力し、教示位置データP5と教示位置データP6間の補間された目標位置データをサーボ前処理部55からサーボ制御部56に出力し、自動運転ショベルを教示位置P6に向かって移動するようにサーボ制御する。例えば、図3（b）に示すように、教示位置P5が放土中間位置または放土終了位置に設定されている場合、WAITコマンドを設けることによって、上記のごとく、WAITコマンドの設定時間の間、サーボ前処理部55から教示位置データP5としての目標位置データP5を出力し続けることができ、放土位置（P5）を所定時間保持することができる。

【0031】なお、WAITコマンドの数値も、教示時また再生動作時において、図1に示す操作ボックス4に備える放土時間設定ボタン433によって任意に設定することができる。

【0032】GOTO L1は行ラベルL1から再び実行を開始することを指示するコマンドである。

【0033】図4は、教示位置格納部51に格納される教示位置データの一例を示す図である。

【0034】図において、P1～Pnは、教示位置に対応すると共に前記のラベルP1～Pnに対応しており、各教示位置で自動運転ショベルの各部が取るべき旋回角、ブーム角、アーム角、バケット角、の各値が設定さ

れる。

【0035】ここで、前記サーボ前処理部55の補間処理について説明する。

【0036】サーボ前処理部55は、はじめに、角度センサ111~114、現在位置演算部57、サーボ制御部56を介して、現在位置データAを入手し保持する。次いで、教示位置出力処理部54から目標となる教示位置データBを読み込む。ここで両者の差分Cの、例えば、 $1/10$ の差分を算出し、現在位置データA+差分C/ $10$ の位置データをサーボ制御部56に出力し、サーボ制御をする。次に、サーボ前処理部55は、現在位置データA+差分 $2C/10$ をサーボ制御部56に出力し、サーボ制御をする。以下同様の処理を繰り返して、現在位置データA+差分C(=教示位置データB)をサーボ制御部56に出力して、教示位置データBに対する補間処理を終了する。以下同様にして、各教示位置データが出力される毎に補間処理を行う。

【0037】次に、本実施形態の自動運転ショベルの動作を図1~図4に基づいて説明する。

【0038】図1において、操作ボックス4または図示していない運転室18内から教示操作部42によって教示操作が行われると、その指令は教示処理部61に輸入して処理され、現在位置演算部57からの現在位置データを入力して、各教示位置に対応する図3に示すような再生コマンド中で参照される変数の設定と図4に示すような教示位置データを作成する。作成された再生コマンド中で参照される変数と教示位置データはそれぞれ、再生コマンド格納部52と教示位置格納部51に格納される。

【0039】再生処理は、再生起動ボタン431をオンすることによって、その信号は自動運転コントローラ50で受信され、コマンドインタプリタ部60は、起動命令により再生コマンド格納部52に格納されている再生コマンドを順次読み出す。再生コマンドがMOVE命令の場合には、教示位置出力処理部54に、教示位置格納部51から該当するパラメータを出力し、サーボ前処理部55に転送する。

【0040】サーボ前処理部55は、コマンドインタプリタ部53から再生コマンド中に設定された速度命令に従って各関節が動作するように角度の補間演算を行い、サーボ制御部56に角度目標値を出力する。サーボ制御部56は、現在位置演算部57で演算された現在位置データと、サーボ前処理部55から出力される角度目標値とを基に、一般的なフィードバック制御を行い、比例電磁弁63を駆動するための駆動電流を出力する。これによりコントロールバルブ64が制御されてアクチュエータ65に所定の圧油を供給し、自動運転ショベルの各関節を駆動する。

【0041】また、本実施形態では、放土終了位置(例えば、教示位置P5)で十分放土し切れるように、第1

の方法は、図3(a)の再生コマンドの例に示すように、放土終了直前の教示位置(P4)から放土終了の教示位置(P5)に到るまでのバケット14、アーム13、バケット12の移動速度Vを遅くして、放土が十分行えるようにする。第2の方法は、図3(b)の再生コマンドの例に示すように、WAITコマンドが設けることによって、WAITコマンドの設定時間の間、サーボ前処理部55から放土終了位置データP5としての目標位置データP5を出力し続けることができ、放土終了位置(P5)を所定時間保持することができる。また、P5を放土中間位置、P6を放土終了位置とすれば、放土中間姿勢を一定時間保持させることもできる。

【0042】さらに、教示後の再生動作時において、土石等の性質や気象条件の変化等により、バケット14のダンプ、アーム13のダンプ、ブーム12の上げの速度を制御したい場合は、第1の方法では、操作ボックス4に備える放土速度設定ボタン434を操作することにより、その操作信号はコマンド生成部45、無線機46、58、およびコマンド受信器59を介して直接再生コマンド格納部52に伝達され、再生コマンド中の速度コマンドVの数値を任意に変更することができる。また、第2の方法は、第1の方法と同様に、操作ボックス4に備える放土時間設定ボタン433を操作することにより、再生コマンド格納部52の再生コマンド中のWAITコマンドの数値を任意に変更することができる。

【0043】

【発明の効果】上記のごとく、本発明は、再生動作時に、前記油圧ショベルの放土位置において、所定時間の間、前記油圧ショベルの放土姿勢を保持する姿勢保持手段を設けたので、油圧ショベルが放土位置にあるとき、所定時間、放土姿勢を保持できるので、積み込まれた土石等を確実に放土することができる。また、前記油圧ショベルの放土時において、所定速度で、前記油圧ショベルのバケットダンプ、アームダンプ、ブーム上げを行う速度制御手段を設け、積み込まれた土石等が放土できる速度で油圧ショベルを移動させることができるので、放土を確実に行うことができる。

【0044】また、操作手段を設け、再生動作中においても、前記の所定時間および所定速度を任意に変更することができるので、土石等の性質や気象状況の変化に適合させて放土を確実にに行わせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係わる自動運転ショベルの機能構成を示すブロック図である。

【図2】本実施形態に係わる自動運転ショベルおよびその作業状態を示す斜視図である。

【図3】図1に示す再生コマンド格納部52に格納される再生コマンドの一例を示す図である。

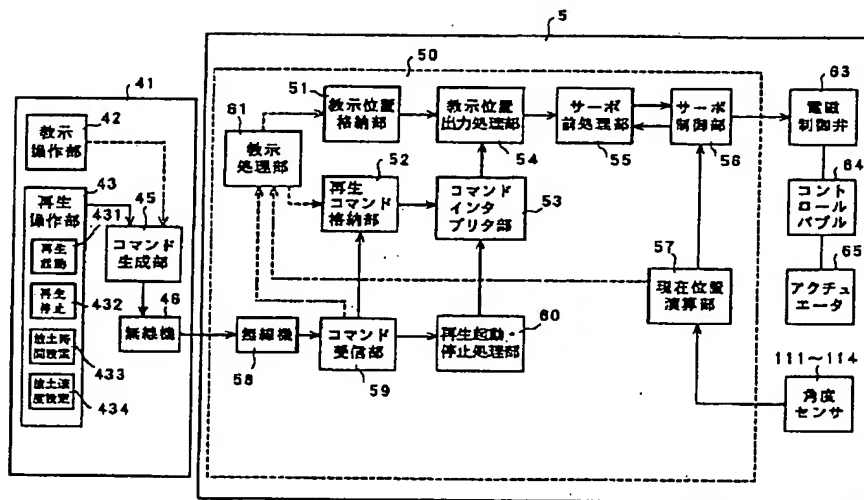
【図4】図1に示す教示位置格納部51に格納される教示位置データの一例を示す図である。

## 【符号の説明】

- 1 自動運転ショベル
- 2 スtockヤード
- 3 クラッシャ
- 4 操作ボックス
- 41 教示再生操作部
- 42 教示操作部
- 43 再生操作部
- 431 再生起動ボタン
- 432 再生停止ボタン
- 433 放土時間設定ボタン
- 434 放土速度設定ボタン

- 5 車内搭載装置
- 50 自動運転コントローラ
- 51 教示位置格納部
- 52 再生コマンド格納部
- 53 コマンドインタプリタ部
- 54 教示位置出力処理部
- 55 サーボ前処理部
- 56 サーボ制御部
- 57 現在位置演算部
- 59 コマンド受信部
- 60 再生起動・停止処理部

【図1】



【図1】

【図3】

【図4】

【図3】

再生コマンド格納部

(a)

```

L1
V = 70
MOVE P1
V = 70
MOVE P2
...
MOVE P4
V = 10
MOVE P5
...
MOVE Pn
GOTO L1

```

(b)

```

L1
V = 70
MOVE P1
V = 70
MOVE P2
...
MOVE P4
V = 10
WAIT = 10
MOVE P5
...
MOVE Pn
GOTO L1

```

【図4】

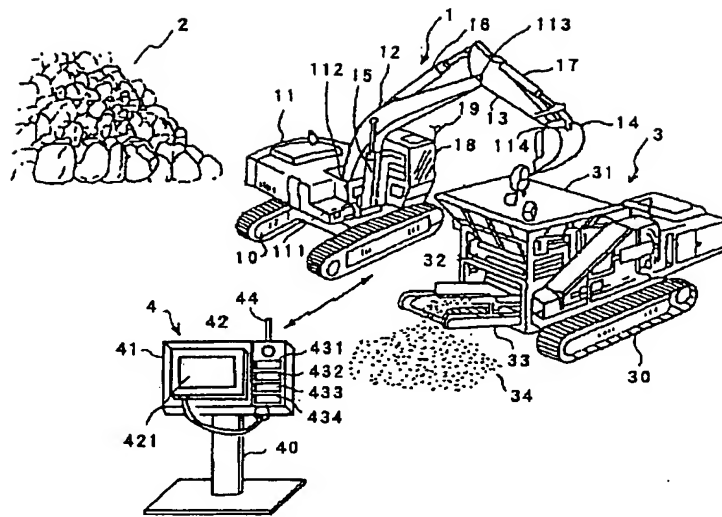
教示位置格納部

```

位置No. (7-4角, 7-4角, 1/4角, 旋回角)
P1 ( 20, 30, 10, 10 )
P2 ( 30, 40, 50, 10 )
P3 ( ..... )
...
Pn ( ..... )

```

【図2】



【図2】